

# **DE LA CARTE DES SOLS DE LA BELGIQUE À LA CARTE NUMÉRIQUE DES SOLS DE WALLONIE : VERS DES SYSTÈMES RÉGIONAUX D'INFORMATION SUR LES SOLS ET LEURS PROPRIÉTÉS**

**LEGRAIN X., DEMARCIN P., COLINET G., BOCK L.**

Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Département STE, Unité de Science du Sol,  
Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Xavier.Legrain@ulg.ac.be

## **RESUME**

*Depuis quelques années, on assiste à un regain d'intérêt concernant les sols et leurs propriétés, en relation avec une prise de conscience accrue de l'importance de leurs fonctions environnementales et de la nécessité de préserver ce patrimoine difficilement renouvelable.*

*Dans ce contexte, cette communication a comme objectif de dresser un état des lieux en matière de cartographie des sols en Wallonie et de présenter les travaux de valorisation et de révision de la Carte des Sols entrepris au sein de notre groupe de recherche-développement.*

**Mots clés :** *Carte des Sols de la Belgique, Carte Numérique des Sols de Wallonie, Système d'Information sur les Sols, valorisation, révision*

## **ABSTRACT**

### **FROM THE SOIL MAP OF BELGIUM TO THE DIGITAL SOIL MAP OF WALLONIA: TOWARDS REGIONAL SOIL INFORMATION SYSTEMS**

*Since a few years, there is a renewed interest about soils and their properties, associated with an increased awakening on the importance of their environmental functions and the necessity to preserve this not-renewable inheritance.*

*In this context, the aims of this paper is to show a state-of-the-art about soil cartography in Wallonia and to present the current works undertaken in our research & development group about valorization and revision of the Soil Map.*

**Key words:** *Belgian Soil Map, Digital Soil Map of Wallonia, Soil Information System, valorization, revision*

## **1. LA CARTE DES SOLS DE LA BELGIQUE**

Après quelques prémices fin du 19<sup>e</sup> siècle et des initiatives restées inachevées, l'année 1947 verra se concrétiser le projet d'une cartographie systématique des sols de la Belgique (TAVERNIER, 1950), l'objectif affiché étant de contribuer à la relance de

l'agriculture dans le contexte d'immédiat après-guerre (DUDAL, 1996). A cette fin, le *Comité pour l'Etablissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique* fut instauré sous les auspices de *l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I.R.S.I.A.)*.

Les levés ont été réalisés sur plan cadastral à 1/5.000, voire 1/2.500, selon une prospection systématique suivant une maille carrée de 75 m. Les observations étaient effectuées par sondages à la tarière, jusqu'à 125 cm dans la mesure du possible. En chaque point d'observation, le cartographe posait son diagnostic selon un certain nombre de critères morphologiques intrinsèques du sol et les plus permanents possibles, transcrits suivant des règles précises en un sigle, par accollement de plusieurs symboles alphanumériques. A titre d'illustration, le sigle wGdap2 signifie « sol limono-caillouteux (G), à charge psammitique (p), modérément gleyifié (d), à horizon B textural (a), phase peu profonde (2) à substrat argilo-sableux (w) ».

Outre la description et l'assignation des sigles aux points d'observation, la délimitation des plages (unités cartographiques) était également réalisée sur le terrain, permettant de ce fait la prise en compte des formes du relief et du type de végétation.

Les levés étaient ensuite retranscrits (moyennant quelques simplifications) sur fond de carte topographique à 1/10.000 de l'Institut Géographique Militaire/National pour constituer les minutes, en vue de leur édition en couleurs à 1/20.000 par planchette de 8.000 ha (mis à part les planchettes frontalières), une légende y étant associée. En termes de rendu graphique, les nombreux sigles sont représentés par un subtil jeu de couleur (propre à chaque série), de gradation de couleur (drainage) et de surcharges (séries dérivées, variantes et phases). Un livret explicatif accompagne chaque planchette, reprenant tous les éléments nécessaires pour la lecture et l'interprétation de la carte.

Des 457 planchettes couvrant la Belgique, 270 correspondent à la partie wallonne du territoire. Lorsque les activités de cartographie cessèrent en 1991, 214 (80%) d'entre elles étaient éditées, le solde se trouvant encore à diverses étapes intermédiaires (plans cadastraux, minutes, documents de pré-presse, ...).

Sur base des cartes des sols déjà éditées, une première synthèse sous forme de carte des associations de sols à 1/800.000 fut réalisée en 1958 (TAVERNIER et MARÉCHAL, 1958), suivie en 1970 d'une seconde carte d'associations de sols à 1/500.000 (MARÉCHAL et TAVERNIER, 1971 et 1974).

Parallèlement aux levés cartographiques, une campagne de descriptions et d'analyses de profils a été menée (près de 15.000 profils et 75.000 horizons) afin d'appuyer l'interprétation des sols cartographiés. Les informations résultantes furent consignées par planchette dans des livrets à tirage limité et ont été en partie informatisées pour constituer la base de données AARDEWERK, disponible actuellement sous format Access (VAN ORSHOVEN et VANDENBROUCKE, 1993).

## 2. LA CARTE NUMERIQUE DES SOLS DE WALLONIE

Après les temps forts du levé et face à un intérêt somme toute relatif suscité par la carte, s'amorça en Région wallonne, et particulièrement à l'Unité de Science du Sol de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg), une période de réflexion, de constat, de sensibilisation, d'appel à une réelle appropriation et valorisation de la carte (AVRIL et al., 1986 ; BOCK, 1994 ; BOCK, 1997a).

En réponse à cet appel, cette même Unité, dépositaire de la Carte des Sols de la Belgique (CSB) pour la partie wallonne, fut chargée par l'administration wallonne de procéder au sauvetage, à l'inventaire et à l'archivage d'une partie des documents relatifs à la CSB (Bock, 1997b). Dans la foulée débuta le Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW)<sup>1</sup>, comportant quatre phases distinctes et visant à constituer sur l'entièreté du territoire wallon une base de données géographique complète et cohérente concernant les caractéristiques pédologiques des sols, à l'intégrer dans un Système d'Information sur les Sols wallons et à la mettre à jour et en valeur au sein du Service Public de Wallonie.

Les deux premières phases (*restitution* et *intégration*), effectuées entre 2001 et 2004, avaient comme but (i) de reproduire numériquement les planchettes pédologiques de la CSB couvrant le territoire wallon, en ce compris les 56 planchettes non éditées ; (ii) de produire une légende exhaustive et homogène (PCNSW, 2007), d'apporter des corrections géométriques locales aux plages cartographiques en tenant compte des éléments de terrain figurant sur le fond topographique actuel et à résoudre les problèmes de coutures en vue d'établir une continuité sémantique et géométrique entre planchettes voisines (FUSAGx, 2004).

Ainsi, la Carte Numérique des Sols de Wallonie (CNSW) couvre une superficie d'environ 16.000 km<sup>2</sup> et est constituée de près de 600.000 plages cartographiques se rapportant à plus de 6.000 sigles pédologiques. Son caractère numérique et sa complétude territoriale sont des atouts considérables pour valoriser au mieux la mine d'informations qu'elle renferme.

## 3. VALORISATION DE LA CARTE NUMERIQUE DES SOLS DE WALLONIE

La troisième phase du PCNSW (*interprétation*), initialisée en 2004 et dont les objectifs ont été repris par la convention en cours (*cf. infra*), consiste à valoriser les données liées à la CNSW, de façon à rendre accessible l'information pédologique au plus grand nombre d'utilisateurs. En effet, le niveau de détail élevé de la carte couplé à une légende passablement complexe rend l'utilisation de la CNSW loin d'être immédiate.

Les moyens d'y parvenir sont variés : développement d'outils d'exploitation et d'analyse de la carte, réalisation de cartes synthétiques ou dérivées, création de notices explicatives, structuration de l'information pédologique existante, ... La démarche consiste également à délivrer cette information sous une forme adaptée en fonction de

---

<sup>1</sup> Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie, notifié par le Gouvernement wallon en séance du 7 décembre 2000 (GW VII/2000/Doc.1331/07.12/JH).

l'utilisateur. Le but ultime étant dans tous les cas une prise en considération toujours plus affirmée du sol et de ses caractéristiques, afin d'utiliser cette ressource difficilement renouvelable de la façon la plus adéquate eu égard aux différentes fonctions auxquelles elle doit répondre et aux menaces qui pèsent sur elle.

A titre d'illustration sont brièvement présentés deux des produits issus des travaux de cette phase de valorisation de la CNSW (FUSAGx, 2007).

Partant du constat qu'un nombre limité de séries de sols couvrirait une grande partie du territoire, une carte des Principaux Types de Sols de Wallonie à 1/250.000 a été dérivée de la CNSW, offrant ainsi une vision d'ensemble et une perspective d'intégration européenne. La légende, comptabilisant 23 classes, est conçue à partir de regroupements logiques des sols sur base de trois des quatre critères majeurs de la série de sols, à savoir la texture, le drainage naturel et la nature de la charge caillouteuse pour les sols de plus de 15 % en éléments grossiers.

Sur base de la vision d'ensemble qu'offre la carte à 1/250.000 et des signatures roches - reliefs - sols identifiées, 24 Districts (DER) et 196 Secteurs de l'Espace Rural (SER) ont été distingués en Wallonie. Cette stratification du territoire fournit ainsi autant de cadres de référence pour la mise en évidence de spécificités régionales, suggérant, par l'analyse géomorphopédologique dont elle est issue, la pertinence éventuelle de certains critères explicatifs, devant par ailleurs susciter la réflexion en matière de représentativité de l'échantillonnage et d'exploitation raisonnée.

#### **4. UTILISATION ET APPLICATIONS DE LA CARTE DES SOLS**

Le grand mérite de la Carte des Sols, outre son haut niveau de détail, est le principe de sa légende, basée sur une codification multicritère synthétisée par un sigle, résultat de la concaténation de plusieurs symboles. Si le choix des critères permet l'utilisation de la carte pour un large éventail d'applications, le système de codification rend en outre son utilisation particulièrement attrayante, de par la possibilité qu'elle offre d'en extraire sélectivement les informations nécessaires à l'utilisateur.

Citer toutes les applications dont la Carte des Sols a déjà fait l'objet n'est pas le but de cette communication. Succinctement, la Carte des Sols s'avère être tantôt un outil de diagnostic pédologique (création de cartes dérivées et de clés d'interprétation thématiques), voire géomorphopédologique (analyse pédopaysagère, approche toposéquentielle, modélisation), tantôt un support de représentativité d'investigations physiques ou chimiques (utilisation de fonctions de pédotransfert, conseil personnalisé à la parcelle, estimation du fond pédogéochimique), tantôt encore une composante d'un outil d'intégration (démarche facilitée par la version numérique de la carte et le développement des systèmes d'information géographiques). Quant à la carte d'associations de sols et la Carte des Principaux Types de Sols, elles constituent par excellence un outil de perception régionale.

## **5. ENJEUX ET BESOINS ACTUELS**

Cela étant, la Carte des Sols a de nouveaux défis à relever, au regard des enjeux environnementaux et des exigences des législations actuelles et à venir, tant au niveau régional qu'eupéen. Si elle est sans conteste un outil de premier choix, elle est cependant appelée à évoluer pour être en mesure de répondre au mieux aux attentes. Voici quelques pistes méritant d'être approfondies :

- Développement d'outils de généralisation, permettant d'adapter le niveau de détail (tant géographique que sémantique) au niveau de perception le plus pertinent par rapport à l'objectif de l'étude et aux données à disposition ;
- Développement d'outils de prédiction spatiale, par confrontation des informations de la carte, qualitatives mais spatialement continues, avec des bases de données à disposition, dotées de données quantitatives mais à caractère ponctuel. Diverses méthodes et techniques, plus ou moins élaborées, existent pour arriver à cette fin. Il est cependant admis qu'une stratification pédologique et géographique permet dans la plupart des cas d'améliorer les résultats ;
- Mise en évidence et représentations des modèles d'organisation des sols, explicitant les relations des sols entre eux et avec les autres composantes de l'environnement ;
- Constitution de référentiels régionaux sur les sols ;
- Mise en place d'observatoires permanents sur les sols, afin de mener des observations et des mesures sur le fonctionnement des sols, tenant compte des aspects dynamiques et de la variabilité temporelle.

## **6. L'EQUIPE DE REVISION DE LA CARTE NUMERIQUE DES SOLS DE WALLONIE**

La dernière phase du PCNSW (*révision*), amorcée en 2008 par la mise en place d'une équipe de révision de la CNSW (forte de 2 ingénieurs et de 3 gradués), s'inscrit dans la durée et reprend comme objectif général, outre la poursuite de la valorisation de la CNSW (*cf. supra*), l'amélioration de sa précision sémantique et spatiale afin qu'elle puisse répondre aux défis de son temps, que ce soit par une actualisation partielle, par l'acquisition d'une information toujours plus affinée ou encore par une interprétation nuancée des sigles pédologiques en fonction du contexte régional, et cela en tenant compte de l'évolution de la perception et des acquis scientifiques depuis le levé de la carte.

Sans vouloir reproduire le travail systématique entrepris par nos prédécesseurs, l'objectif premier de l'équipe de révision est de retourner aux fondamentaux que sont la multiplication des observations de terrain. Pratiquement, il s'agit d'être capable (i) de lire et d'analyser l'organisation spatiale des sols dans le paysage, (ii) d'observer et de décrire les sols de façon cohérente et objective.

Deux options de travail caractérisent la démarche de terrain adoptée. *Primo*, la révision se focalise sur des thématiques jugées prioritaires par rapport aux exigences nécessitées par la gestion et la protection des sols (hydromorphie, érosion, sols caillouteux, ...) ; chaque thématique nécessitant le développement d'une approche terrain spécifiquement adaptée.

*Secundo*, bien que la totalité du territoire wallon soit concernée par la révision, chaque thématique abordée fait l'objet de la sélection de zones d'étude soigneusement identifiées, prenant en compte des critères de répartition et de représentativité des sols concernés. Les Secteurs de l'Espace Rural (*cf. supra*) jouent à ce titre un rôle de cadre de référence, facilitant les choix opérés. La dimension des zones et la technique de prospection privilégiée (systématique ou raisonnée, suivant un maillage strict ou une logique toposéquentielle, ...) dépendront de la thématique et de l'objectif poursuivi.

Par rapport à l'objectif spécifique de révision continue de la CNSW, il ne s'agit pas de redessiner les plages cartographiques, au risque de rendre la carte encore plus complexe sans être nécessairement plus correcte, mais plutôt d'en préciser le contenu et sa variabilité, de nuancer l'interprétation des sigles au delà des définitions strictes qui leur ont été données, en considérant le contexte régional et le positionnement des sols dans le paysage.

Tenant compte des arguments de temps, coût, faisabilité et bénéfices escomptés, ainsi que des objectifs et attentes du projet, les observations de terrain sont réalisées essentiellement à la tarière, de 10 cm en 10 cm et sur une profondeur de 120 cm si possible. Un effort tout particulier est apporté à la formalisation des observations, par le développement de standards de description, précis, cohérents et objectifs ; par un choix réfléchi de variables associées à une liste de descripteurs soigneusement définis ; par l'élaboration de matrices décisionnelles favorisant des conclusions convergentes à partir de faisceaux d'indices. Afin de récolter ces informations, des formulaires d'encodage électroniques ont été conçus, intégrant des outils d'aide à l'encodage, de règles et de procédures visant à la minimisation des erreurs et à la gestion optimale des fichiers générés. Ces formulaires sont destinés à évoluer au gré des thématiques abordées. Ils sont déployés sur des appareils mobiles de type PDA permettant en outre le géoréférencement des observations via un récepteur GPS intégré. Une base de données structurée a été développée et mise en place afin de recueillir la masse d'information résultant des observations de terrain. Elle devrait permettre, à terme, d'exploiter efficacement ce gisement de données, dans le cadre de recherches spécifiques.

Par ailleurs, d'autres types d'investigations sont menées occasionnellement. Ainsi, chaque zone d'étude fait l'objet de l'ouverture de plusieurs fosses pédologiques, localisées en fonction des observations effectuées à la tarière, décrites et échantillonnées pour analyses ultérieures. De même, des suivis d'humidité dans les sols par mesure TDR ont été entamés au niveau de toposéquences, afin de mieux appréhender le comportement hydrique des sols et son évolution à travers les saisons, en relation avec leurs caractéristiques hydromorphiques. En collaboration avec divers projets, l'équipe de révision a également entrepris la collecte d'échantillons de sols, en relation avec les matériaux parentaux à l'origine de la majorité des sols présents en Wallonie. L'objectif poursuivi est (i) d'acquérir des données à caractère « permanent », intrinsèques à ces matériaux parentaux, afin d'en dégager une signature chimique, physico-chimique, physique et spectrale, et (ii) de mettre en évidence l'influence tant du matériau parental que de l'occupation du sol sur les propriétés des horizons de surface.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**AVRIL P., 1982** – Les sols de Wallonie. *Parcs Nationaux*, XXXVII, 3-4, 69-78 et 98-107.

**AVRIL P., MATHIEU L., BOCK L., 1986** – *La carte des sols de Belgique : un outil trop méconnu au service de l'aménagement de l'espace rural et du territoire*. Journée à thème sur la vulgarisation en pédologie, Société Belge de Pédologie, 26 mars 1986, Institut Supérieur Industriel de l'Etat, Huy, 30p.

**BOCK L., 1994** – Analyses de sols et gestion de l'espace : plaidoyer pour leur cadrage géomorphopédologique dans les projets, expertises et services de conseil. *Etude et Gestion des Sols*, 1, 23-33.

**BOCK L., 1997a** – Le sol dans tous ses états : arguments de pédologie opérationnelle. In: NICOLAS J. (coord.) – *Sém. Echantillonnage et Environnement*, 26-27 février 1996, FUL, Arlon, CEBEDOC Ed., Liège, 11-37.

**BOCK L., 1997b** – *Mise au point d'un système de gestion des cartes et des archives de la carte pédologique*. Rapport final d'activités. Unité de Géopédologie. Convention financée par la Région Wallonne (DGATL), Gembloux, 13p. + annexes.

**DECKERS J., 1966** – Contribution à l'étude de la composition et de la capacité de production des sols de l'Ardenne centrale et de la Famenne orientale. *Pédologie*, Mémoire No.3, 296p.

**DUDAL R., 1996** – The assessment of soil resources of Belgium. In: LE BAS C. et JAMAGNE M. (eds). *Soil databases to support sustainable development*. Joint Research Centre of the European Commission, EUR 16371 EN, 11-13.

**DUDAL R., DECKERS J., VAN ORSHOVEN J., VAN RANST E., 2005** – Soil Survey in Belgium and its Applications. In: JONES R.J.A., HOUŠKOVÁ B., BULLOCK P., MONTANARELLA L. (eds). *Soil Resources of Europe, second edition*. European Soil Bureau Research Report No.9, EUR 20559 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 63-71.

**FUSAGx, 2004** – *Mise en œuvre du Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW)*. Rapport final d'activités. Unité Sol-Ecologie-Territoire (Laboratoire de Géopédologie) et Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels. Convention Région Wallonne (DGA), Gembloux, 52p.

**FUSAGx, 2007** – *Mise en œuvre de la phase "interprétation" du Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW)*. Rapport final d'activités. Unité Sol-Ecologie-Territoire (Laboratoire de Géopédologie) et Unité de Gestion des Ressources forestières et des Milieux naturels. Convention Région Wallonne (DGA), Gembloux, 87p. + annexes.

**MARÉCHAL R., 1958** – Contribution à l'étude des terrains superficiels de la région condrusienne. *Pédologie*, Mémoire No.1, 320p.

**MARÉCHAL R., TAVERNIER R., 1971** – Planche 11<sup>B</sup> : Pédologie – Associations de sols. In: *Atlas de Belgique, 1973*. Comité National de Géographie, Commission de l'Atlas, Bruxelles.

**MARÉCHAL R., TAVERNIER R., 1974** – *Pédologie – Commentaire des planches 11<sup>A</sup> (extraits de la carte des sols) et 11<sup>B</sup> (associations de sols) de l'Atlas de Belgique*. Comité National de Géographie, Commission de l'Atlas, Gent, 64p.

**PAHAUT P., 1963** – *Les sols de l'Entre-Vesdre-et-Meuse. Contribution à leur étude génétique et morphologique ainsi qu'à l'utilisation actuelle de leur cartographie systématique*. Comité pour l'établissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique, Gent, 325p.

**PCNSW, 2007** – *Légende de la Carte Numérique des Sols de Wallonie – version 2*. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux – Laboratoire de Géopédologie, convention pour le compte de la Région Wallonne – DGA, Gembloux, 54p. + 2 annexes.

**PÉCROT A., 1956** – *Etude détaillée des sols de la Hesbaye occidentale. Application à quelques problèmes d'actualités*. Comité pour l'établissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique, Gent, 295p.

**STEFFENS R., 1971** – Les sols de la Lorraine belge. *Pédologie*, Mémoire No.4, 392p.

**TAVERNIER R., 1950** – La cartographie des sols en Belgique. In: IRSIA. *Travaux du Comité pour l'établissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique. Comptes rendus de recherches No.4*, Bruxelles, 25-35.

**TAVERNIER R., MARÉCHAL R., 1958** – Carte des associations de sols. *Pédologie*, VIII, 134-182.

**VAN ORSHOVEN J., VANDENBROUCKE D., 1993** – *Guide de l'utilisateur de AARDEWERK – Base de données de profils pédologiques*. Instituut voor Land- en Waterbeheer, Katholieke Universiteit Leuven, Rapport 18B, 44p.